

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НЕМАТОД В КОРНЯХ И РИЗОСФЕРЕ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

В. Г. Губина

Лаборатория гельминтологии АН СССР, Москва

В статье изложены результаты изучения численности нематод в корнях и ризосфере сеянцев *Picea excelsa*, *Pinus silvestris* и *Larix sibirica*. Установлено, что количество нематод в корнях и ризосфере сеянцев хвойных пород увеличивается с возрастом растения-хозяина. Максимальное количество нематод в корнях отмечено летом, в почве — осенью. Численность популяции нематод в корнях летом была значительно выше численности популяции нематод в почве, весной и осенью эта разница почти отсутствовала. Визуально здоровые и ослабленные сеянцы хвойных пород заселялись нематодами примерно в равной степени. Не выявлено также различий и в заселении нематодами отдельных культур.

Известно, что лесная площадь мира, включая гари, пустыри, редины и т. п., составляет около 4.1 млрд га, а лесная площадь СССР — 910 млн га. Площадь, непосредственно покрытая лесом, в СССР занимает 80—82% общей лесной площади, остальные 18—20% занимают гари и вырубки, подлежащие возобновлению. Ежегодно лесохозяйственным организациям страны надо вырастить в питомниках здоровый посадочный материал для искусственных посадок на площади в 1.3 млн га (Васильев, 1967). Ввиду того, что большая часть лесных территорий СССР занята преимущественно хвойными породами, выращиванию их в питомниках следует уделять особое внимание.

В настоящее время при выращивании посадочного материала внимание лесопатологов в основном направлено на выявление грибных, бактериальных болезней и насекомых-вредителей, снижающих товарную ценность сеянцев и саженцев хвойных пород. Роль фитонематод в лесоводстве нашей страны изучена слабо. Известно (Губина, 1967) только несколько работ, указывающих, что нематоды являются причиной гибели сеянцев хвойных пород в лесных питомниках. По нашим данным, вес сухого вещества в корнях однолетних сеянцев ели на естественно зараженном нематодами фоне по сравнению с контролем в среднем снижается на 22%, а в надземных органах растений — на 12%.

В настоящей работе мы попытались осветить данные своих наблюдений за динамикой численности нематод ризосферы и корневой системы сеянцев сосны, ели и лиственницы в зависимости от температуры, влажности почвы и физиологического состояния растения-хозяина.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала мы проводили в Гребневском и Ивантеевском лесопитомниках Московской обл. в 1966—1967 гг. Территории обоих питомников имеют относительно ровную поверхность и находятся примерно в одной климатической зоне. Средняя годовая температура воздуха вегетационного периода  $+16^{\circ}$ . Осадки в течение года умеренные. Почвы

обоих питомников относятся к дерново-подзолистому типу почвообразования, по механическому составу суглинистые, рН=5. В Гребневском лесопитомнике на посевном отделении соблюдается следующий севооборот: лиственные древесные (1 год), черный пар, хвойные древесные (2 года). В Ивантеевском лесопитомнике пробы брали на участке хвойных, где третий год бессменная культура ели и сосны.

Объектом исследований были ель и сосна 1-го, 2-го и 3-го года после посева и лиственница 1-го и 2-го года. Пробы брали через каждые 15 дней с июня по ноябрь на однолетних сеянцах, с апреля по декабрь на двухлетних и с мая по октябрь на трехлетних. Всего проанализировано с участков сеянцев сосны 426 образцов почвы и растений, с участков ели — 383 и с участков лиственницы — 258. Объем почвенной пробы составлял 60 мл, навеска пробы корней и надземных органов растений варьировала от 250 мг до 3 г в зависимости от возраста растений. Пробы брали каждый раз в четырехкратной повторности: две повторности на визуально здоровых сеянцах и две — на визуально ослабленных. Численность нематод в корнях и в почве рассчитана на растительную навеску в 1 г и объем почвы 1 мл.

Выделение нематод из растительных тканей проводили методом Бермана, из почвы — модифицированным методом Бермана при помощи почвенных сит с молочным фильтром. Для фиксации выделенных нематод использовали ТАФ. Подсчет нематод проводили в разделенных на 8 секторов чашках Петри диаметром 5 см. Нематоды обнаружены во всех почвенных пробах и в пробах из корней и лишь в 28—30% в пробах из надземных органов растений (хвоя, стволы). Ввиду того, что в пробах из надземных органов растений количество нематод было очень низким, динамику последних не прослеживали.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучая динамику численности нематод корневой системы сеянцев хвойных, ели обыкновенной (*Picea excelsa*), сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), мы установили, что плотность популяции нематод в корнях постепенно нарастает по мере роста растения-хозяина. Если средняя численность нематод в 1 г корней однолетних сеянцев лиственницы в летний период (июнь—август) была равна 13 экз., сосны — 35, а ели — 55, то на двухлетних сеянцах в этот период она соответственно была равна 110, 112 и 88 экз., а на трехлетних сеянцах ели и сосны — 100 и 189 экз.

Анализ плотности популяции нематод в корнях сеянцев хвойных по сезонам показал, что весной (апрель—начало мая) средняя численность нематод в корнях незначительная, примерно 2—22 экз. на 1 г. В последней декаде мая количество нематод в корнях начинает быстро расти и остается высоким в течение всех летних месяцев, достигая средней численности в некоторых пробах (трехлетки ели и сосны) 220—366 экз. на 1 г, а на двухлетках лиственницы — 300 экз. на 1 г (рис. 1, 2, 3). Максимальное количество нематод (1000 экз. на 1 г) зарегистрировано в пробе из корней трехлетних сеянцев ели. К осени численность нематод в корнях снижается. На однолетних сеянцах ели она колеблется в пределах от 8 до 35 экз. на 1 г (при средней численности за сезон 24 экз. на 1 г), на сосне от 8 до 25 (средняя численность 19 экз. на 1 г), на лиственнице от 10 до 78 (при средней численности 29 экз. на 1 г). На двухлетних сеянцах сосны и ели численность нематод колебалась в пределах от 20 до 22 и от 5 до 9 экз. на 1 г соответственно, а на лиственнице от 28 до 80 экз. (при средней численности 39 экз. на 1 г). На трехлетних сеянцах сосны средняя численность нематод осенью не превышала 36 экз. на 1 г, а на ели — 9 экз. на 1 г.

Численность нематод в корнях сеянцев хвойных в течение зимы и ранней весны (март—апрель), по-видимому, соответствует таковой в поздне-осенний период. Выявить действительную численность нематод

в поздне-осенний, зимний и ранне-весенний периоды, когда земля еще мерзлая, трудно, так как они в это время находятся в состоянии анабиоза и из проб, взятых для анализа в декабре и марте, при обычно принятых экспозициях (10—12 час.) почти не выделяются. При увеличении экспозиции до двух суток из 1 г корней двухлетних сеянцев ели, взятых для анализа в декабре, было выделено 15 экз., а из образцов, взятых в марте, — 34. Эти данные соответствуют численности в корневых образ-

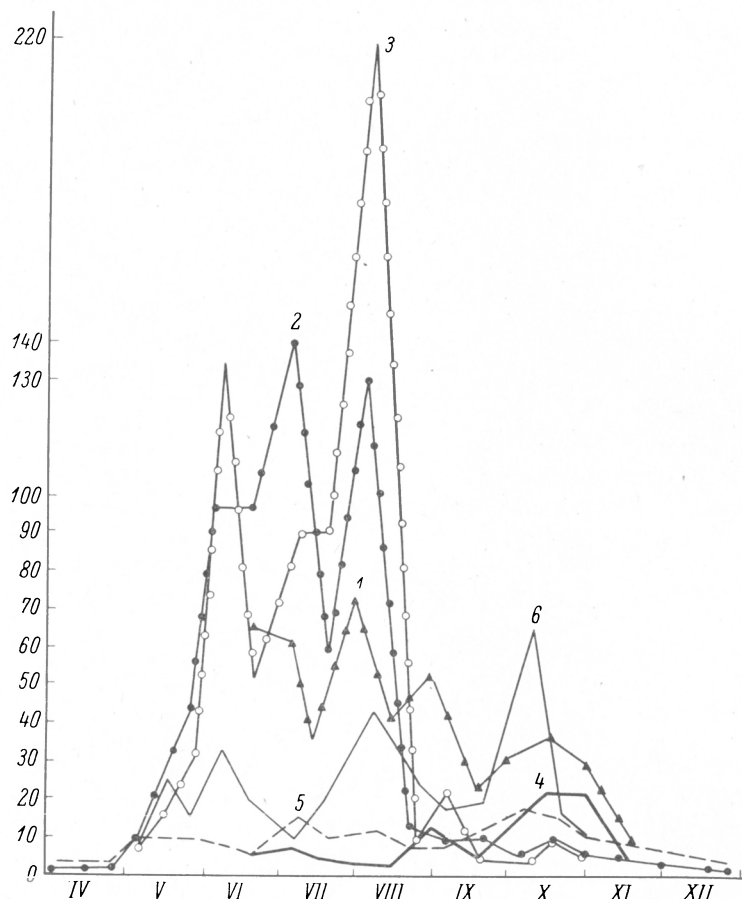


Рис. 1. Кривые изменения численности нематод в корнях и ризосфере одно-, двух- и трехлетних сеянцев ели.

Число нематод в корнях сеянцев: 1 — однолетних; 2 — двухлетних; 3 — трехлетних. Число нематод в ризосфере сеянцев: 4 — однолетних; 5 — двухлетних; 6 — трехлетних.

цах в осенние месяцы и дают возможность предположить, что количество нематод в корнях сеянцев многолетних древесных пород в поздне-осенний, зимний и ранне-весенний периоды более или менее стабильно.

Рассматривая закономерности динамики численности нематод в корнях сеянцев хвойных пород, мы, по-видимому, вправе сказать, что в основном она подчинена законам ростовых процессов сеянцев. В весенне-летние месяцы (конец мая—август), в период интенсивного новообразования органического вещества, когда появляется наибольшая потребность растения во влаге (Зепалов, 1947), наблюдается активное заселение корней нематодами. К осени, когда растение готовится к состоянию покоя, число нематод в тканях корней резко сокращается. В этот период у сеянцев хвойных пород, в частности в корнях и стволиках, происходит явление биологического приспособления растения к условиям среды: ткани растений частично обезвоживаются (Перк, 1961), идет усиленное накопление

питательных веществ; при этом у каждой породы существует определенная специфичность ритмов поступления и накопления питательных веществ и сухого вещества. У сосны, например, в стволиках и корнях максимум накопления питательных веществ и сухого вещества в основном происходит в августе и октябре, у ели — в августе и сентябре, у лиственницы — в июле и августе (Щербаков, 1952, 1955). Интересно, что, по нашим данным, снижение численности нематод в корнях двух- и трехлетних сеянцев

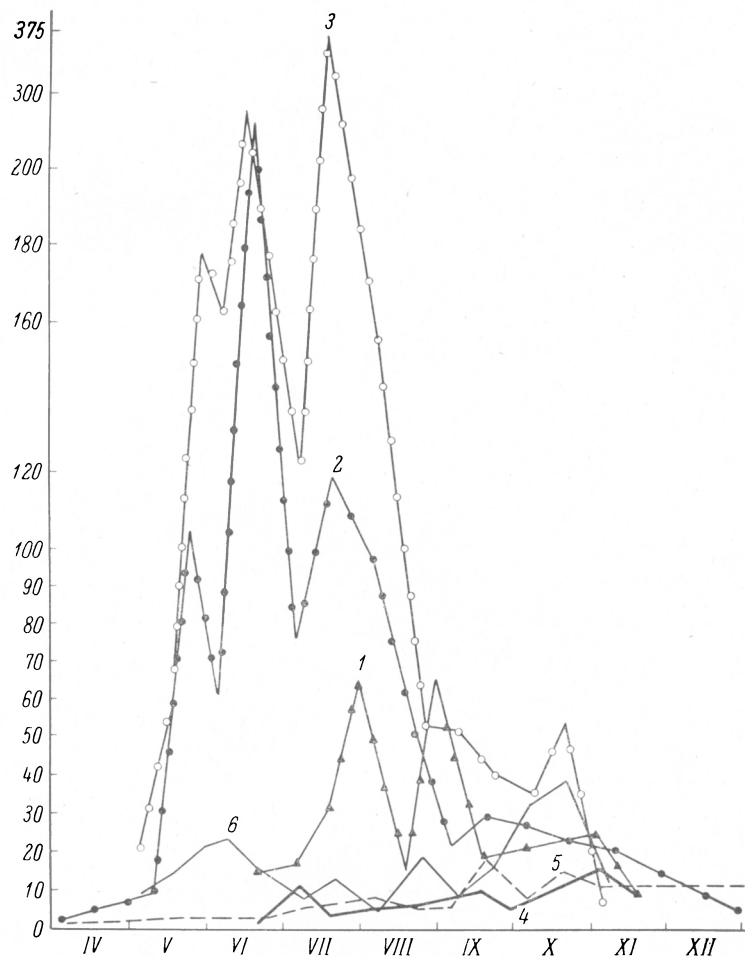


Рис. 2. Кривые изменения численности нематод в корнях и ризосфере одно-, двух- и трехлетних сеянцев сосны.

Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

этих культур происходит именно в эти сроки (рис. 1, 2, 3). Можно предположить, что все эти изменения и ряд других сложных физиолого-биохимических процессов, происходящих в растениях осенью, сказываются на жизнедеятельности нематод и последние в связи со сложившимися неблагоприятными условиями среды в тканях растений-хозяев частично погибают, частично мигрируют в почву, а частично впадают в анабиоз (Губина, 1968).

Другим не менее важным фактором, влияющим на динамику численности нематод в корнях растений, является температура и влажность почвы (Барановская, 1961). По нашим данным, оптимальными условиями для накопления численности нематод в корнях сеянцев хвойных на подзолистых почвах можно считать температуру почвы около 18—20° и влажность в пределах 17.5—28%. Снижение численности нематод в кор-

нях двух- и трехлетних сеянцев хвойных в середине июля мы объясняем ухудшением водного режима растений вследствие понижения влажности почвы в этот период до 11.5—14.6% и повышением температуры почвы на глубине 15 см до 22°, а верхних ее слоев до 25°. В конце августа мы снова наблюдаем резкое снижение численности нематод в корнях как двухлетних, так и трехлетних сеянцев, несмотря на то что температура и влажность почвы на участке двухлетних сеянцев приближались к оптимальным — 19° и 18.5%, а на участке трехлетних сеянцев влажность

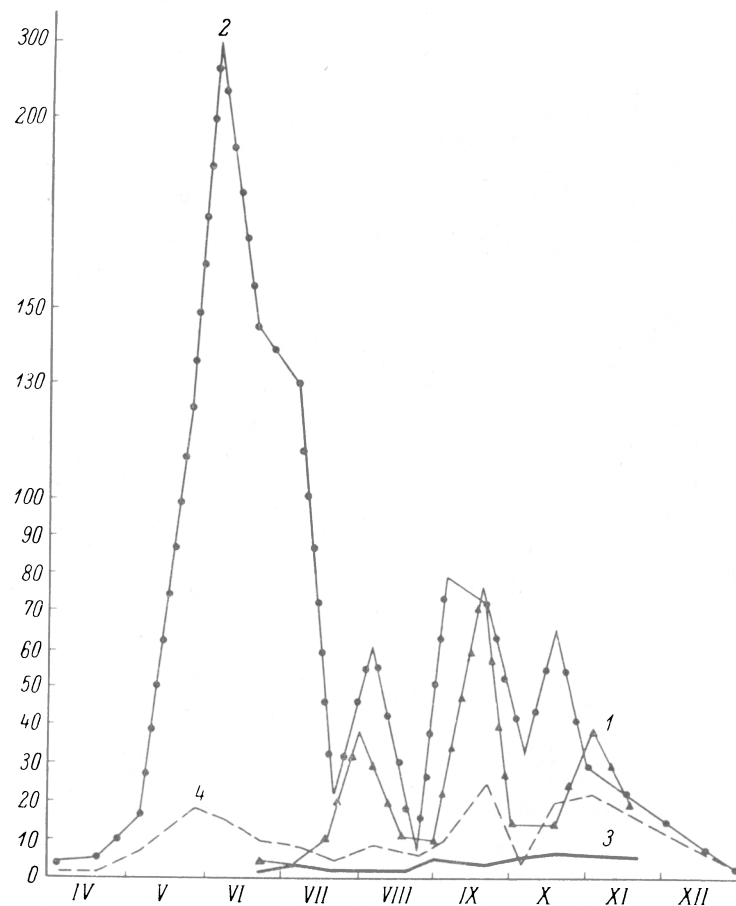


Рис. 3. Кривые изменения численности нематод в корнях и ризосфере одно-, двух- и трехлетних сеянцев лиственницы.

Число нематод в корнях сеянцев: 1 — однолетних; 2 — двухлетних. Число нематод в ризосфере сеянцев: 3 — однолетних; 4 — двухлетних.

почвы была низкая — 12.5%. Такое явление еще раз подтверждает наше предположение, что к осени снижение численности нематод в корнях сеянцев хвойных в основном происходит в результате влияния не столько абиотических, сколько биотических факторов, т. е. комплекса физиолого-биохимических процессов, протекающих в растении-хозяине.

Рассматривая динамику численности нематод в течение вегетационного сезона в почве, мы можем отметить в последней значительно меньшие колебания по сравнению с динамикой численности нематод в корнях (рис. 1, 2, 3), но, как правило, общее количество нематод в почве, как и в корнях сеянцев хвойных, нарастало с возрастом растения-хозяина.

Анализируя плотность популяций нематод по сезонам, мы выяснили, что весной (апрель—начало мая) на участках однолетних и двухлетних сеянцев численность нематод варьировала от 2 до 8 экз. на 1 мл почвы, а на участке трехлетних сеянцев — от 10 до 25 экз. на 1 мл. Летом чис-

ленность нематод в почве на участке трехлетних сеянцев ели достигала 32—43 экз. на 1 мл при средней численности в течение сезона 27 экз. на 1 мл; на участке сеянцев сосны максимальная численность нематод была 23 экз. на 1 мл, средняя — 15 экз. на 1 мл. На полях двухлетних и однолетних сеянцев хвойных численность нематод в почве летом была значительно ниже, чем на участках трехлетних сеянцев (рис. 1, 2, 3).

К осени численность нематод в почве в сравнении с летней численностью увеличилась примерно вдвое. Максимальное число нематод в 1 мл почвы на участке трехлетних сеянцев ели достигало 65 экз.

Зимой (27 XII) из 1 мл почвы (участок двухлетних сеянцев ели) было выделено 5 экз. нематод, а из ризосферы лиственницы и сосны — 10 и 12 экз. Эти данные примерно соответствуют количеству нематод, выделенных из 1 мл почвы в поздне-осенний (конец октября) и ранее-весенний (начало апреля) периоды и еще раз подтверждают наше предположение, что в эти периоды количество нематод в почве так же, как и в корнях, более или менее стабильно. Колебания численности нематод в почве в течение вегетационного сезона в основном также подчинены влиянию температуры, влажности почвы, росту и развитию растения-хозяина. По нашим данным, оптимальные условия для развития нематод в почве, как и в корнях, наблюдались при температуре почвы на глубине 15 см 18—20° и влажности 17.5—28%.

Осенью накопление численности нематод в почве происходит, по-видимому, не только за счет повышенной влажности почвы, но частично и в результате миграции в нее какого-то их числа из корней. Этим же отчасти мы и объясняем снижение численности нематод осенью в корнях.

Таким образом, характер колебаний численности нематод ризосферы в основном коррелирует с колебаниями их численности в корнях, но амплитуда этих колебаний различна (рис. 1, 2, 3).

Сопоставляя заселенность нематодами корневой системы сеянцев хвойных пород и ризосферы, можно сказать, что их численность в корнях в летние месяцы была значительно выше таковой в этот период в ризосфере. Весной и осенью этот диапазон значительно сужался (рис. 1, 2, 3), но все же в корнях число нематод до глубокой осени в основном оставалось выше, чем в почве.

Излагая методику своей работы, мы указывали, что пробы были взяты на визуально здоровых и ослабленных сеянцах; поэтому вначале мы провели дифференцированный анализ заселенности корней и почвы этих растений нематодами. Полученные данные показали, что на некоторых культурах, например ели (Губина, 1968), степень заселения нематодами корней ослабленных растений была несколько слабее, чем корней визуально здоровых сеянцев; на сосне и лиственнице мы наблюдали обратное. Чтобы оценить достоверность разницы плотности популяции нематод на ослабленных и здоровых растениях, мы подвергли наш материал обработке вариационно-статистическим методом. Достоверных различий между отдельными вариантами (визуально здоровые и ослабленные растения) не было отмечено ( $P > 0.05$ ). Не было также отмечено разницы и в плотности популяции нематод на отдельных культурах. Все исследуемые культуры заселялись нематодами примерно в равной степени, за исключением трехлетних сеянцев сосны, которые были значительно сильнее заселены нематодами ( $P < 0.001$ ). Отмеченную разницу в заселенности нематодами трехлетних сеянцев сосны, вероятно, можно объяснить сильной зараженностью этих сеянцев снежным шютте — болезнью, вызываемой *Lophodermium pinastri*.

## ВЫВОДЫ

В нашем сообщении изложены результаты изучения численности нематод в корнях и ризосфере сеянцев трех основных хвойных культур: ели, сосны и лиственницы. Было показано, что динамика численности нематод этих культур имеет ярко выраженные закономерности.

1. В корнях и в почве плотность популяций нематод нарастает по мере роста растения-хозяина (от однолеток к трехлеткам).
2. Максимум численности популяций нематод в корнях отмечен в летние месяцы (конец мая—август), в почве — осенью.
3. Амплитуда колебаний численности нематод в почве в течение вегетационного сезона была значительно меньше таковой в корнях.
4. Численность популяции нематод в корнях в летние месяцы была значительно выше численности популяции нематод в почве. Весной и осенью эта разница почти уравнивалась.
5. Дифференцированный анализ степени заселенности нематодами визуально здоровых и ослабленных сеянцев хвойных пород разницы не показал.
6. Не отмечено также разницы и в степени заселения нематодами отдельных культур.

### Л и т е р а т у р а

- Б а р а н о в с к а я И. А. 1961. Факторы, влияющие на численность нематод культурных злаков в полевых условиях. В кн.: Вопросы фитогельминтологии. Изд. «Наука». М. : 17—31.
- В а с и л ь е в П. В. 1967. Земля лесная. Изд. «Наука». М. : 1—239.
- Г у б и н а В. Г. 1967. Нематоды сеянцев хвойных пород в лесных питомниках (литературный обзор). В сб.: Проблемы эволюции, морфологии, таксономии и биохимии гельминтов растений. Изд. «Наука». М. : 15—20.
- Г у б и н а В. Г. 1969. Сезонная динамика численности нематод корневой системы и ризосферы сеянцев ели обыкновенной. В сб.: Вопросы экологии и морфологии гельминтов человека, животных и растений. Изд. «Наука». М.
- З е п а л о в С. М. 1947. Схемы поливов в лесных питомниках. Тр. Всесоюзн. н.-иссл. инст. агролесомелиорации. Итоги работ за 1943—1944 гг. : 1—122.
- П а р а м о н о в А. А. 1962. Основы фитогельминтологии, 1 : 1—479.
- П е р к А. 1961. Особенности водного режима древесных пород в связи с их морозоустойчивостью. Уч. зап. Тартуск. ун-в., ботанический вып., 101 : 20—39.
- Щ е р б а к о в А. П. 1952. О периодичности роста и накопления сухого вещества у двухлетних сеянцев древесных пород. Бюлл. Московск. общ. испытат. природы, отдел биол., 57 (1) : 76—83.
- Щ е р б а к о в А. П. 1955. Вопросы минерального питания сеянцев древесных пород. Тр. инст. леса, 24 : 7—49.

### DYNAMICS OF THE NUMBER OF NEMATODES IN ROOTS AND RHIZOSPHERE OF SEEDLINGS OF CONIFERS

V. G. Gubina

### S U M M A R Y

The paper contains results of studies of the number of nematodes in roots and rhizosphere of seedlings of *Picea excelsa*, *Pinus silvestris* and *Larix sibirica*. It was established that the number of nematodes in roots and rhizosphere of seedlings of conifers increases with age of the host-plant. The maximum number of nematodes in roots was observed in summer, in the soil — in autumn. In summer the population of nematodes in roots was more numerous than that in the soil. In spring and autumn almost no difference in the number was observed. Visually healthy and weak seedlings of conifers were infested with nematodes almost equally. No differences were found in the infestation of different cultures by nematodes.